

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-164436

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月19日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 N 5/275

H 0 4 N 5/275

G 0 6 T 9/20

5/208

H 0 4 N 5/208

G 0 6 F 15/70

3 3 5 Z

審査請求 未請求 請求項の数26 F D (全 21 頁)

(21) 出願番号

特願平8-339038

(22) 出願日

平成8年(1996)12月4日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 光永 知生

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(72) 発明者 横山 琢

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(72) 発明者 戸塚 卓志

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 田辺 恵基

(54) 【発明の名称】 輪郭抽出装置、輪郭抽出方法、キー信号生成装置及びキー信号生成方法

(57) 【要約】

【課題】対象物の色が混合する輪郭領域とソフトキー情報の位置とを一致させたキー情報を生成することができなかつた。

【解決手段】画像中における対象物の輪郭について、当該輪郭における内側及び外側における境界位置を表す2本の境界曲線を生成し、各境界曲線間に形成する曲面の形状を決定する曲面制御情報を算出し、曲面制御情報に基づいて各境界曲線によって挟まれた領域上に曲面を生成し、当該曲面をキー情報として出力する。これにより輪郭領域を囲む2本の境界曲線間に当該境界曲線間を縁とするような曲面を生成することができるので、対象物の色が混合する輪郭領域とソフトキー情報の位置とを一致させたキー情報を生成することができる。かくしてキー情報を精度良く生成することのできる輪郭抽出装置、輪郭抽出方法、キー情報生成装置及びキー情報生成方法を実現することができる。

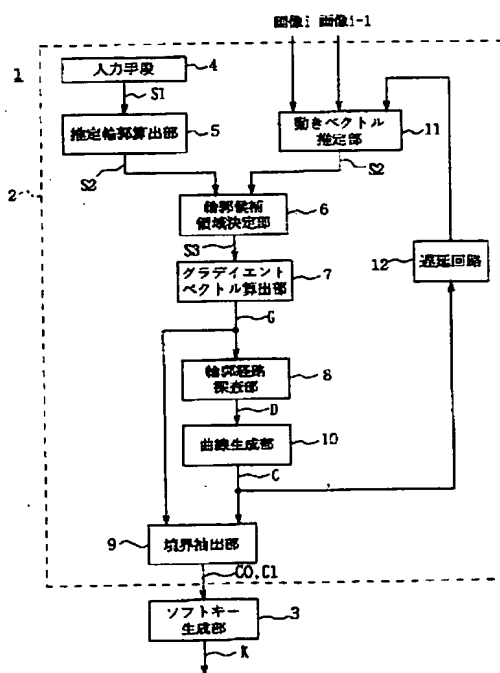


図1 キー信号生成装置

BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】画像中から対象物の輪郭を抽出する輪郭抽出装置において、

上記対象物の輪郭についての輪郭領域を決定する輪郭領域決定手段と、

上記輪郭領域におけるグラディエントベクトルを算出するグラディエントベクトル算出手段と、

上記輪郭領域におけるグラディエントベクトルに基づき、上記輪郭領域のエッジに沿って上記エッジの内側及び外側における境界位置をそれぞれ複数抽出し、当該各境界位置を表す境界座標情報を上記エッジの内側及び外側毎に生成して出力する境界座標抽出手段と、

上記境界座標抽出手段の出力に基づき、上記各境界座標情報によつて表される各形状を近似する2本の境界曲線を上記対象物の輪郭として生成する境界曲線生成手段とを具備することを特徴とする輪郭抽出装置。

【請求項2】上記境界座標抽出手段は、

上記グラディエントベクトル算出手段の出力に基づいて、上記エッジを横切る経路を経路情報として算出して出力する経路算出手段と、

上記グラディエントベクトル算出手段及び上記経路算出手段の出力に基づいて、上記エッジを横切る方向におけるエッジ強度最大値と、当該エッジ強度最大値の位置とを検出して出力するエッジ強度ピーク検出手段と、

上記グラディエントベクトル算出手段、上記経路算出手段及び上記エッジ強度ピーク検出手段の出力に基づいて、上記エッジを横切る方向におけるエッジ強度断面積を算出するエッジ強度断面積算出手段と、

上記エッジ強度ピーク検出手段及び上記エッジ強度断面積算出手段の出力に基づいて、上記エッジ強度最大値に等しい高さ及び上記エッジ強度最大値の位置に等しい中心位置を底辺に有し、かつ上記エッジ強度断面積と等しい面積を有する矩形を算出し、上記矩形における底辺の両端点の座標を上記エッジの内側及び外側における境界位置として算出して出力する矩形算出手段とを具備することを特徴とする請求項1に記載の輪郭抽出装置。

【請求項3】上記エッジ強度断面積算出手段は、

上記グラディエントベクトル算出手段、上記経路算出手段及び上記エッジ強度ピーク算出手段の出力に基づいて、上記エッジを横切る経路上において、上記エッジの一端から上記エッジ強度最大値の位置を通過して上記エッジの他端までの区間を積分区間として算出して出力する積分区間算出手段と、

上記グラディエントベクトル算出手段及び上記積分経路算出手段の出力に基づいて、上記積分区間におけるエッジ強度値を積分した値を上記エッジ強度断面積として算出して出力する積分手段とを具備することを特徴とする請求項2に記載の輪郭抽出装置。

【請求項4】上記積分区間算出手段は、

上記グラディエントベクトル算出手段、上記経路算出手段及び上記エッジ強度ピーク算出手段の出力に基づいて、上記エッジを横切る経路上において、上記エッジの一端から上記エッジ強度最大値の位置を通過して上記エッジの他端までの区間を積分区間として算出して出力する積分区間算出手段と、

上記エッジ強度ピーク算出手段の出力に基づいて、上記エッジ強度最大値の位置を基準位置として、上記エッジ強度が所定のしきい値より最初に小さくなる上記経路上の2点を上記基準位置を中心に両方向に経路端点として算出し、当該各経路端点によつて区切られる上記各経路上における線分を上記積分区間として算出することを特徴とする請求項3に記載の輪郭抽出装置。

【請求項5】上記経路算出手段は、

上記エッジ強度画像に基づき、エッジ強度を指標として上記エッジ強度画像を細線化処理することにより上記対象物の輪郭の位置を算出して出力する細線化手段と、上記細線化手段の出力に基づいて、上記対象物の位置を座標情報に変換して出力する座標情報変換手段と、上記座標情報から所定の間隔で計算点を抽出して出力する計算点抽出手段と、

上記座標情報変換手段及び上記計算点抽出手段の出力に基づいて、上記各計算点における法線方向を算出する方向算出手段とを具備し、上記経路算出手段は、対応する上記計算点及び上記法線方向を上記経路情報として出力するようにしたことを特徴とする請求項2に記載の輪郭抽出装置。

【請求項6】上記境界曲線生成手段は、

それぞれ上記エッジの内側及び外側における境界位置を表す上記各境界座標情報によつて表される各形状をそれぞれ複数のセグメントに分割する分割点を算出する分割点算出手段と、

上記各境界座標情報によつて表される上記各形状について、上記各境界座標情報及び上記各分割点に基づき、上記各セグメントを連結するための連結条件を上記各分割点毎に算出する連結条件算出手段と、

上記各境界座標情報によつて表される上記各形状について、上記各境界座標情報、上記各分割点及び上記各連結条件に基づき、上記各分割点における上記連結条件を満たすように上記各セグメントを曲線近似することにより上記2本の境界曲線を生成する曲線近似手段とを具備することを特徴とする請求項1に記載の輪郭抽出装置。

【請求項7】上記輪郭領域決定手段は、

上記対象物の輪郭についてのおおまかな形状を示す折れ線情報又は曲線情報を入力する入力手段を具備し、上記経路算出手段は、

上記入力手段より入力された上記折れ線情報又は曲線情報に応じた折れ線又は曲線上における任意の複数の位置を計算点として抽出する計算点抽出手段と、

上記折れ線又は曲線及び上記各計算点に基づいて、上記各計算点における法線方向を算出する方向算出手段とを具備し、上記経路算出手段は、対応する上記計算点及び上記法線方向を上記経路情報として出力するようにしたことを特徴とする請求項2に記載の輪郭抽出装置。

【請求項8】上記境界曲線生成手段は、

上記各計算点のうちの任意の計算点及び上記各境界座標

情報に基づいて、上記各境界座標情報によつて表される上記各形状について、上記任意の各計算点を上記分割点として当該各計算点によつて分割される各セグメントを連結するための連結条件を上記任意の各計算点毎に算出する連結条件算出手段と、

上記各境界座標情報によつて表される上記各形状について、上記各境界座標情報、上記任意の各計算点及び上記各連結条件に基づき、上記任意の各計算点における上記連結条件を満たすように上記各セグメントを曲線近似することにより上記2本の境界曲線を生成する曲線近似手段とを具えることを特徴とする請求項7に記載の輪郭抽出装置。

【請求項9】任意の実数座標における上記画像の値を算出する画像補間手段を具え、上記エッジ強度ピーク検出手段は、上記画像補間手段の出力に基づいて上記エッジを横切る方向における上記エッジ強度最大値を検出することを特徴とする請求項2に記載の輪郭抽出装置。

【請求項10】任意の実数座標における上記画像の値を算出する画像補間手段を具え、上記エッジ強度断面積算出手段は、上記画像補間手段の出力に基づいて上記エッジを横切る方向における上記エッジ強度断面積を算出することを特徴とする請求項2に記載の輪郭抽出装置。

【請求項11】画像中から対象物の輪郭を抽出する輪郭抽出方法において、

上記対象物の輪郭についての輪郭領域を決定する輪郭領域決定ステップと、

上記輪郭領域におけるグラディエントベクトルを算出するグラディエントベクトル算出ステップと、

上記輪郭領域におけるグラディエントベクトルに基づき、上記輪郭領域のエッジに沿つて上記エッジの内側及び外側における境界位置をそれぞれ複数抽出し、当該各境界位置を表す境界座標情報を上記エッジの内側及び外側毎に生成して出力する境界座標抽出ステップと、

上記境界座標抽出手段の出力に基づき、上記各境界座標情報によつて表される各形状を近似する2本の境界曲線を上記対象物の輪郭として生成する境界曲線生成ステップとを具えることを特徴とする輪郭抽出方法。

【請求項12】上記境界座標抽出ステップは、上記グラディエントベクトル算出ステップの出力に基づいて、上記エッジを横切る経路を経路情報として算出して出力する経路算出ステップと、

上記グラディエントベクトル算出ステップ及び上記経路算出ステップの出力に基づいて、上記エッジを横切る方向におけるエッジ強度最大値と、当該エッジ強度最大値の位置とを検出して出力するエッジ強度ピーク検出ステップと、

上記グラディエントベクトル算出ステップ、上記経路算出ステップ及び上記エッジ強度ピーク検出ステップの出力に基づいて、上記エッジを横切る方向におけるエッジ強度断面積を算出するエッジ強度断面積算出ステップ

と、

上記エッジ強度ピーク検出ステップ及び上記エッジ強度断面積算出ステップの出力に基づいて、上記エッジ強度最大値に等しい高さ及び上記エッジ強度最大値の位置に等しい中心位置を底辺に有し、かつ上記エッジ強度断面積と等しい面積を有する矩形を算出し、上記矩形における底辺の両端点の座標を上記エッジの内側及び外側における境界位置として算出して出力する矩形算出ステップとを具えることを特徴とする請求項11に記載の輪郭抽出方法。

【請求項13】上記エッジ強度断面積算出ステップは、上記グラディエントベクトル算出ステップ、上記経路算出ステップ及び上記エッジ強度ピーク算出ステップの出力に基づいて、上記エッジを横切る経路上において、上記エッジの一端から上記エッジ強度最大値の位置を通過して上記エッジの他端までの区間を積分区間として算出して出力する積分区間算出ステップと、

上記グラディエントベクトル算出ステップ及び上記積分経路算出ステップの出力に基づいて、上記積分区間におけるエッジ強度値を積分した値を上記エッジ強度断面積として算出して出力する積分ステップとを具えることを特徴とする請求項12に記載の輪郭抽出方法。

【請求項14】上記積分区間算出ステップは、上記グラディエントベクトル算出ステップ、上記経路算出ステップ及び上記エッジ強度ピーク算出ステップの出力に基づいて、上記エッジ強度最大値の位置を基準位置として、上記エッジ強度が所定のしきい値より最初に小さくなる上記経路上の2点を上記基準位置を中心に両方向に経路端点として算出し、当該各経路端点によつて区切られる上記各経路上における線分を上記積分区間として算出することを特徴とする請求項13に記載の輪郭抽出方法。

【請求項15】上記経路算出ステップは、上記エッジ強度画像に基づき、エッジ強度を指標として上記エッジ強度画像を細線化処理することにより上記対象物の輪郭の位置を算出して出力する細線化ステップと、

上記細線化ステップの出力に基づいて、上記対象物の位置を座標情報に変換して出力する座標情報変換ステップと、

上記座標情報から所定の間隔で計算点を抽出して出力する計算点抽出ステップと、

上記座標情報変換ステップ及び上記計算点抽出ステップの出力に基づいて、上記各計算点における法線方向を算出する方向算出ステップとを具え、上記経路算出ステップは、対応する上記計算点及び上記法線方向を上記経路情報として出力するようにしたことを特徴とする請求項12に記載の輪郭抽出方法。

【請求項16】上記境界曲線生成ステップは、それぞれ上記エッジの内側及び外側における境界位置を

10

20

30

40

50

表す上記各境界座標情報によつて表される各形状をそれぞれ複数のセグメントに分割する分割点を算出する分割点算出ステップと、

上記各境界座標情報によつて表される上記各形状について、上記各境界座標情報及び上記各分割点に基づき、上記各セグメントを連結するための連結条件を上記各分割点毎に算出する連結条件算出ステップと、

上記各境界座標情報によつて表される上記各形状について、上記各境界座標情報、上記各分割点及び上記各連結条件に基づき、上記各分割点における上記連結条件を満たすように上記各セグメントを曲線近似することにより上記2本の境界曲線を生成する曲線近似ステップとを具えることを特徴とする請求項11に記載の輪郭抽出方法。

【請求項17】上記輪郭領域決定ステップは、上記対象物の輪郭についてのおおまかな形状を示す折れ線情報又は曲線情報を入力する入力ステップを具え、上記経路算出ステップは、上記入力ステップにおいて入力された上記折れ線情報又は曲線情報に応じた折れ線又は曲線上における任意の複数の位置を計算点として抽出する計算点抽出ステップと、

上記折れ線又は曲線及び上記各計算点に基づいて、上記各計算点における法線方向を算出する方向算出ステップとを具え、上記経路算出ステップは、対応する上記計算点及び上記法線方向を上記経路情報として出力するようにしたことを特徴とする請求項12に記載の輪郭抽出方法。

【請求項18】上記境界曲線生成ステップは、上記各計算点のうちの任意の計算点及び上記各境界座標情報に基づいて、上記各境界座標情報によつて表される上記各形状について、上記任意の各計算点を上記分割点として当該各計算点によつて分割される各セグメントを連結するための連結条件を上記任意の各計算点毎に算出する連結条件算出ステップと、上記各境界座標情報によつて表される上記各形状について、上記各境界座標情報、上記任意の各計算点及び上記各連結条件に基づき、上記任意の各計算点における上記連結条件を満たすように上記各セグメントを曲線近似することにより上記2本の境界曲線を生成する曲線近似ステップとを具えることを特徴とする請求項17に記載の輪郭抽出方法。

【請求項19】任意の実数座標における上記画像の値を算出する画像補間ステップを具え、上記エッジ強度ピーク検出ステップは、上記画像補間ステップの出力に基づいて上記エッジを横切る方向における上記エッジ強度最大値を検出することを特徴とする請求項12に記載の輪郭抽出方法。

【請求項20】任意の実数座標における上記画像の値を算出する画像補間ステップを具え、上記エッジ強度断面

積算ステップは、上記画像補間ステップの出力に基づいて上記エッジを横切る方向における上記エッジ強度断面積を算出することを特徴とする請求項12に記載の輪郭抽出方法。

【請求項21】画像中からキー信号を生成するキー信号生成装置において、

上記画像中における対象物の輪郭について、当該輪郭における内側及び外側の境界位置を表す2本の境界曲線を生成して出力する境界抽出手段と、

10 上記境界抽出手段の出力に基づいて、上記各境界曲線間に形成する曲面の形状を決定する曲面制御情報を算出して出力する曲面制御情報算出手段と、

上記曲面制御情報算出手段の出力に基づいて、上記各境界曲線によつて挟まれた領域上に曲面を生成し、当該曲面をキー情報として出力する曲面生成手段とを具えることを特徴とするキー信号生成装置。

【請求項22】上記曲面制御情報算出手段は、上記境界曲線のうち一方の上記境界曲線を $z=1$ の平面上に位置させると共に、上記境界曲線のうち他方の上記境界曲線を $z=0$ の平面上に位置させ、当該各境界曲線を相対する縁とする曲面を生成するように上記曲面制御情報を算出することを特徴とする請求項21に記載のキー信号生成装置。

【請求項23】上記境界抽出手段は、上記対象物の輪郭についての輪郭領域を決定する輪郭領域決定手段と、

上記輪郭領域におけるグラディエントベクトルを算出するグラディエントベクトル算出手段と、

上記輪郭領域におけるグラディエントベクトルに基づき、上記輪郭領域のエッジに沿つて上記エッジの内側及び外側における境界位置をそれぞれ複数抽出し、当該各境界位置を表す境界座標情報を上記エッジの内側及び外側毎に生成して出力する境界座標抽出手段と、

上記境界座標抽出手段の出力に基づき、上記各境界座標情報によつて表される形状を近似する2本の境界曲線を上記対象物の輪郭として生成する境界曲線生成手段とを具えることを特徴とする請求項21に記載のキー信号生成装置。

【請求項24】画像中からキー信号を生成するキー信号生成方法において、

上記画像中における対象物の輪郭について、当該輪郭における内側及び外側の境界位置を表す2本の境界曲線を生成して出力する境界抽出ステップと、

上記境界抽出ステップの出力に基づいて、上記各境界曲線間に形成する曲面の形状を決定する曲面制御情報を算出して出力する曲面制御情報算出ステップと、

上記曲面制御情報算出ステップの出力に基づいて、上記各境界曲線によつて挟まれた領域上に曲面を生成し、当該曲面をキー情報として出力する曲面生成ステップとを具えることを特徴とするキー信号生成方法。

【請求項25】上記曲面制御情報算出ステップは、上記境界曲線のうち一方の上記境界曲線を $z=1$ の平面上に位置させると共に、上記境界曲線のうち他方の上記境界曲線を $z=0$ の平面上に位置させ、当該各境界曲線を相対する縁とする曲面を生成するような上記曲面制御情報を算出することを特徴とする請求項24に記載のキー信号生成方法。

【請求項26】上記境界抽出ステップは、上記対象物の輪郭についての輪郭領域を決定する輪郭領域決定ステップと、上記輪郭領域におけるグラディエントベクトルを算出するグラディエントベクトル算出ステップと、上記輪郭領域におけるグラディエントベクトルに基づき、エッジに沿って上記エッジの両端位置を抽出し、当該両端位置を表す境界座標情報を生成して出力する境界座標抽出ステップと、上記境界座標抽出ステップの出力に基づき、上記各境界座標情報によつて表される形状を近似する2本の境界曲線を上記対象物の輪郭として生成する境界曲線生成ステップとを具えることを特徴とする請求項24に記載のキー信号生成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【目次】以下の順序で本発明を説明する。

発明の属する技術分野

従来の技術

発明が解決しようとする課題

課題を解決するための手段

発明の実施の形態

(1) 全体構成(図1)

(2-1) 境界抽出部の構成(図2～図16)

(2-1-1) 境界座標抽出部の構成(図8及び図9)

(2-1-1-1) 経路算出部の構成(図10及び図11)

(2-1-1-2) エッジ強度ピーク検出部及びエッジ強度断面積算出部の構成(図12～図14)

(2-1-2) 境界曲線生成部の構成(図15及び図16)

(2-2) ソフトキー生成部の構成(図17及び図18)

(2-3) 実施例の動作及び効果

(3) 他の実施例(図19～図21)

発明の効果

【0002】

【発明の属する技術分野】本発明は輪郭抽出装置、輪郭抽出方法、キー信号生成装置及びキー信号生成方法に関し、例えばテレビジョンや映画等の映像制作における特

殊効果処理において、画像中から注目する物体の画像を抽出し、当該抽出した物体画像を他の画像に合成する際に適用して好適なものである。

【0003】

【従来の技術】従来、この種の特殊効果処理においては、抽出した部分画像を他の画像に合成する際にはソフトキーを用いるようになされており、画像から任意の部分画像を抽出する際の精度が重要となる。この抽出作業においては、エッジ検出、領域検出及び既知物体との対応付け等の処理が必要であり、特に画像中の背景や対象物が複雑である場合には、対象物の輪郭を構成するエッジを精度良く検出して追跡する必要がある。

【0004】ここでエッジ検出とは、濃淡画像内で画素値が急激に変化している部分を検出する処理(色変化を検出する処理)である。通常、このような画素値の急激な変化は、対象物体の輪郭で発生するため、エッジ検出の結果に基づいて画像から対象物体の輪郭を抽出することができる。この輪郭抽出は、物体の認識、物体の追尾及び画像合成等において使用される基本的かつ重要な技術である。従つてエッジ検出は、画像から対象物体に関する情報を得るための最も基本的な技術であると言える。

【0005】このように画像中から対象物の輪郭を抽出する輪郭抽出方法として、「画像合成のための対象物抽出法」(井上誠善、電子情報通信学会論文誌、vol.J74-D-II No.10、pp.1411-1418、1991)、「領域抽出方法」(特開平3-17680号)、「領域分割に基づく複雑物体の自動切り出し」(柴藤稔、白井良明、NICOGRAPH'92論文集、pp.8-17、1992)、「領域抽出装置」(特開平5-61977号)、「弾性輪郭モデルとエッジ最小化原理による輪郭追跡手法」(上田修功、間瀬健二、末永康仁、信学誌、Vol.J-75-D-II、No.1、pp.111-120、1992)、「動物体の輪郭追跡方法」(特開平5-12443号)、「Intelligent Scissors for Image Composition」(Eric N. Mortensen and William A. Barrett、Computer Graphics Proceedings、Annual Conference Series、1995、ACM SIGGRAPH、pp.191-198)などが知られている。これらの輪郭抽出方法においては、対象物の輪郭のほぼ中心を通過するように輪郭を1本の曲線又は線図形画像として抽出する。

【0006】画像合成処理においては、注目する対象物の領域を切り抜くために、まず対象物の輪郭を抽出する処理を行うことが多い。上述した輪郭抽出方法は、画像合成処理に適用するためのものである。一般に、画像合成処理においては、画像を合成した結果の合成画像Iは、前景画像Fと背景画像Bより次式

【数1】

$$I(x, y) = \alpha(x, y) * F(x, y) + (1 - \alpha(x, y)) * B(x, y)$$

$$0 \leq \alpha \leq 1$$

..... (1)

を用いて算出される。ここで α は、各画素において色の混合比を決定するキー情報である。

【0007】一般に画像における物体の輪郭は、撮像系のフィルタ効果及び物体の運動に起因するぼけのために、ある有限の太さをもった領域である。この輪郭領域は、本来の物体の色と背景の色とが混合した色をもっている。キー情報の変化と輪郭の色の変化が一致していない場合には、輪郭領域において変色した画素を合成することになるので、合成画像の品質が著しく低下する。このような問題を解決するための方法として、輪郭領域においてキーを緩やかに変化させ、輪郭の色の変化に近づけるようにする方法がある。ここで α が「0」（又は「1」）から「1」（又は「0」）に急激に変化するキーをハードキーと呼び、上述の方法で緩やかに変化するキーをソフトキーと呼ぶ。

【0008】すなわち画像のうち注目する対象物を前景（前景画像）とし、それ以外の部分を背景（背景画像）とした場合、画像における前景領域を「1」とすると共に、背景領域を「0」とした2値のキー情報をハードキーと呼ぶ。これに対して、画像にはエイリアスやモーションブラー（動きぼけ）が生ずるが、これらを考慮して、「0」から「1」の範囲の連続した実数値をもつキー情報をソフトキーと呼ぶ。従ってハードキーは、急峻な境目を有する信号（キー信号が「0」（又は「1」）から「1」（又は「0」）に変わる境目の傾斜が急峻な信号）であり、ソフトキーは、滑らかな境目を有する信号（キー信号が「0」（又は「1」）から「1」（又は「0」）に変わる境目の傾斜が滑らかな信号）となる。

【0009】この輪郭領域にソフトキーを生成する方法として、「画像合成装置」（特開昭60-232787号）がある。この「画像合成装置」においては、ハードキーを得た後、このハードキーを用いて輪郭領域を平滑化することにより、輪郭領域をぼかして、見た目上滑らかにするものである。また「画像合成におけるアンチエイリアシング方法」（特開平4-340671号）に記載されている方法は、ハードキー2値画像における輪郭領域の画素パターンを観察し、適当な中間値の α に置き換えることによりソフトキーを得るものである。

【0010】しかしながらこれら2つのソフトキー生成方法によつて生成されたソフトキーは、グレー領域（「0」から「1」までの間の値をとる領域）における値が一様なものであるため、例えば前景が動いている場合に生ずるモーションブラーに対処することが困難であった。このような問題を解決するためのソフトキー生成方法として、「映像信号合成装置」（特開平5-143493 * 50

*号）、「動画像のための対象物の抽出とはめ込み法」

（井上誠善、小山広毅、テレビジョン学会誌、Vol. 47、No. 7、pp. 999-1005、1993）及び「ソフトキー生成装置」（特開平5-236347号）がある。

- 10 【0011】「映像信号合成装置」に記載されている方法は、フレーム間の画素値の変化を検出することにより、この画素値の変化に基づいて物体が移動したか否かを判断し、画素値の変化の大きさに基づいてソフトキーを生成するものである。また「動画像のための対象物の抽出とはめ込み法」及び「ソフトキー生成装置」に記載されている方法は、予め得たハードキーを、物体内部に向かつて α 値を削つていくことによりソフトキーを生成するものである。このとき、物体の重心の運動方向と輪郭の各場所におけるエッジ強度を検出し、物体運動によるぶれの影響を α の削り量に反映させている。

- 20 【0012】

【発明が解決しようとする課題】ところで上述のように、画像における物体の輪郭は、撮像系のフィルタ効果及び物体の運動に起因するぼけのために、ある有限の太さをもった領域であり、本来の物体の色と背景の色が混合した色をもっている。ところが上述したソフトキー生成方法は、上述した輪郭抽出方法を用いてハードキーを生成し、このハードキーの輪郭部における α 値の変化を適当に緩やかにする操作を行うことによりソフトキーを生成しているため、ハードキーを作成した時点において物体色と背景色とが混合した輪郭領域の太さについての情報が失われ、ソフトキーの α 値が緩やかに変化する領域と画像の輪郭領域とが一致せず、ソフトキーを精度良く生成することができなかった。

- 30 【0013】このような問題を解決する1つの方法として、画像勾配情報を用いることによりソフトキーを精度良く生成することができる。この画像勾配情報を用いたソフトキー生成方法として上述の「ソフトキー生成装置」がある。ところがこの「ソフトキー生成装置」の場合、物体運動によるキーのぶれを確実に回避することができず、また画像勾配を分離して処理したり、予め得たハードキーの内側だけにソフトキー領域を作成するなど、本来の画像勾配とソフトキーの物理的関係とが異なる経験則的な手法を用いているために、ソフトキーを精度良く生成するには実用上未だ不十分であった。

- 40 【0014】また上述した「映像信号合成装置」に記載されている方法は、フレーム間の画像勾配を検出することによりキーのぶれ量を推測しているが、通常の画像フレームレートは24フレーム/秒、25フレーム/秒又は30フレーム/秒程度であるため、画像上を高速に運動する

物体のぶれ量を正確に測定することは困難であり、このためソフトキーを精度良く生成することができなかつた。

【0015】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、対象物の輪郭を表す2本の境界曲線を抽出することにより、キー情報を精度良く生成することのできる輪郭抽出装置、輪郭抽出方法、キー信号生成装置及びキー信号生成方法を提案しようとするものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、対象物の輪郭についての輪郭領域を決定し、輪郭領域におけるグラディエントベクトルを算出し、輪郭領域におけるグラディエントベクトルに基づき、輪郭領域のエッジに沿ってエッジの内側及び外側における境界位置をそれぞれ複数抽出し、当該各境界位置を表す境界座標情報をエッジの内側及び外側毎に生成し、各境界座標情報によつて表される各形状を近似する2本の境界曲線を対象物の輪郭として生成するようにした。本発明によれば、対象物の輪郭は、画像勾配の大きさが「0」でない領域を囲む2本の境界曲線として抽出されるので、境界曲線によつて囲まれる領域に α 値の勾配を作成することができる。

【0017】また本発明においては、画像中における対象物の輪郭領域について、当該輪郭領域における内側及び外側の境界位置を表す2本の境界曲線を生成し、各境界曲線間に形成する曲面の形状を決定する曲面制御情報を算出し、曲面制御情報に基づいて各境界曲線によつて挟まれた領域上に曲面を生成し、当該曲面をキー情報として出力するようにした。本発明によれば、輪郭領域を囲む2本の境界曲線間に当該境界曲線間を縁とするような曲面が生成されるので、対象物の色が混合する輪郭領域とソフトキー情報の位置とを一致させたキー情報を生成することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図面について本発明の一実施例を詳述する。

【0019】(1) 全体構成

図1において、1は全体として本発明を適用したキー信号生成装置を示し、連続した複数の画像中に存在する対象物の輪郭領域にソフトキーを生成する。キー信号生成装置1は、輪郭抽出部2及びソフトキー生成部3により構成されている。

【0020】キー信号生成装置1は、マウスやタブレット等の2次元ポインティングデバイスを入力手段としてオペレータによつて入力された、輪郭のおおまかな形状を示す線分情報、折れ線情報、曲線情報、又は太い筆でなぞつたようなマスク画像情報S1を、輪郭抽出部2の推定輪郭算出部5で受ける。推定輪郭算出部5は、輪郭領域決定手段として線分情報、折れ線情報、曲線情報又はマスク画像情報S1に基づいて対象物の輪郭の推定形

状(以下、これを推定輪郭と呼ぶ)に応じた推定輪郭情報S2を得、当該推定輪郭情報S2を輪郭候補領域決定部6に送出する。

【0021】輪郭候補領域決定部6は、輪郭領域決定手段として、推定輪郭情報S2に基づいて、輪郭が存在すると考えられる領域(以下、これを輪郭候補領域と呼ぶ)を算出し、当該輪郭候補領域に応じた輪郭候補領域情報S3をグラディエントベクトル算出部7に送出する。グラディエントベクトル算出部7は、グラディエントベクトル算出手段として、輪郭候補領域情報S3に基づいて輪郭候補領域におけるグラディエント強度(エッジ強度)を算出することにより輪郭のグラディエントベクトルを算出した後、当該グラディエントベクトルに基づいてエッジ強度画像Gを生成し、エッジ強度画像Gを輪郭経路探索部8及び境界抽出部9に送出する。

【0022】輪郭経路探索部8は、エッジ強度画像Gに基づいて、輪郭の中心を通過する画素のリスト(以下、これを輪郭座標リストと呼ぶ)Dを生成し、当該輪郭座標リストDを曲線生成部10に送出する。曲線生成部10は、輪郭座標リストDに基づいて得られる輪郭を曲線近似することにより輪郭曲線を生成し、当該輪郭曲線に応じた輪郭曲線情報Cを境界抽出部9に送出する。

【0023】ここでこのキー信号生成装置1においては、線分情報、折れ線情報、曲線情報又はマスク画像情報S1より推定輪郭情報S2を得る方法とは別に、1つ前のフレームである画像i-1の輪郭曲線情報Cを用い、動きベクトル推定処理によつて画像i-1の輪郭曲線が現画像iにおいてどこに移動したかを推定することにより、現画像iにおける推定輪郭情報S2を得ることができるようになされている。

【0024】すなわち動きベクトル推定部11は、1つ前の画像i-1について、輪郭候補領域決定部6、グラディエントベクトル算出部7、輪郭経路探索部8、曲線生成部10を介して得られる輪郭曲線情報Cを用いて、当該輪郭曲線情報Cに応じた輪郭曲線が現画像iにおいてどこに移動したかを推定し、この結果を推定輪郭情報S2として輪郭候補領域決定部6に送出する。この場合、輪郭候補領域決定部6から曲線生成部10までの処理は、上述と同様の方法で行われる。従つて推定輪郭情報S2を得る方法として動きベクトル推定部11が選択された場合、曲線生成部10は、輪郭曲線情報Cを遅延回路12を介して動きベクトル推定部11にフィードバックするようになされている。

【0025】境界抽出部9はエッジ強度画像G及び輪郭曲線情報Cに基づいて、対象物の輪郭に相当する領域を囲むような2本の境界曲線C0及びC1を生成し、これら2本の境界曲線C0及びC1をソフトキー生成部3に送出する。ソフトキー生成部3は、これら境界曲線C0及びC1間の幅を算出し、当該境界曲線C0及びC1間の幅に基づいて2本の境界曲線間に高さが「0」から

10

20

30

40

50

「1」まで滑らかに変化する曲面を生成し、この曲面の高さをソフトキーKの値として画像に書き込む処理を行ってソフトキーKを算出し出力する。

【0026】この場合、ソフトキー生成部3は、対象物の内部側の境界曲線を境界として対象物の内部側領域におけるキー情報を「1」とし、対象物の外部側領域におけるキー情報を「0」とすることにより、ソフトキーKを生成する。ここで、後述するように、生成されたソフトキーKは画像(x, y)のキー情報をz値にもつような曲面で定義されたものである。画像合成処理においては、各画素のキー情報が与えられなければならないが、ここで言う曲面で定義されたキーから曲面のz値を画像平面上に曲面を垂直に投影した位置に書き込む処理を行うことによりキー画像を得ることができる。この実施例においては、曲面でキー情報を定義したものを含めてソフトキーと呼ぶ。

【0027】かくしてこのキー信号生成装置1は、画像中に存在する対象物の輪郭領域にソフトキーKを精度良く生成することができるようになされている。

【0028】(2-1)境界抽出部の構成

本発明の実施例による境界抽出部9の構成を図2に示し、境界抽出部9における境界抽出処理の処理手順について図3に示すフローチャートを用いて説明する。境界抽出部9は、境界抽出手段として、ステップSP1より境界抽出処理を開始し、ステップSP2及びステップSP3において、それぞれエッジ強度画像G(x, y)及び輪郭曲線情報Cを境界座標抽出部21で受ける。

【0029】ステップSP4において、境界抽出部9は、境界座標抽出部21において、エッジ強度画像G及び輪郭曲線情報Cに基づき、対象物の輪郭のエッジ強度が対象物の内部側領域において所定のしきい値以下となる点 $p_{00} \sim p_{0n-1}$ を境界位置として輪郭に沿って複数抽出し、当該抽出した境界位置 $p_{00} \sim p_{0n-1}$ の座標を表す境界座標リストP0を境界座標情報として生成すると共に、対象物の輪郭のエッジ強度が対象物の外部側領域において所定のしきい値以下となる点 $p_{10} \sim p_{1n-1}$ を境界位置として輪郭に沿って複数抽出し、当該抽出した境界位置 $p_{10} \sim p_{1n-1}$ の座標を表す境界座標リストP1を境界座標情報として生成し、これら境界座標リストP0及びP1を境界曲線生成部22に送出する。

【0030】ステップSP5において、境界抽出部9は、境界曲線生成部22において、境界座標リストP0及びP1に基づき、境界座標リストP0によつて表される形状を近似する近似曲線(曲線セグメント) $c_{00} \sim c_{0k-1}$ を生成してこれら近似曲線 $c_{00} \sim c_{0k-1}$ で構成される境界曲線C0を生成すると共に、境界座標リストP1によつて表される形状を近似する近似曲線 $c_{10} \sim c_{1l-1}$ を生成してこれら近似曲線 $c_{10} \sim c_{1l-1}$ で構成される境界曲線C1を生成し、ステップSP

6においてこれら2本の境界曲線C0及びC1をソフトキー生成部3に送出する。

【0031】(2-1-1)境界座標抽出部の構成

この実施例の場合、境界抽出部9は、図4(A)に示すように、まずエッジ近傍の適当な位置p0をエッジの方向に沿って適当な間隔で決めた後、各位置p0におけるエッジの法線方向を算出し、このエッジの法線方向に平行で長さが「1」のベクトルpdを決定する。ここで位置p0は、エッジの近傍にあればどこでもよい。

【0032】次に境界抽出部9は、各位置p0と当該位置p0でのベクトルpdによつて決まるエッジを横切る経路P上において、後述する境界位置検出方法によつてエッジの境界位置 p_{0i} 及び p_{1i} を検出する(図4(B))。すなわち境界抽出部9は、各経路P上においてエッジ強度断面の面積を測定すると共に、エッジ強度が最大となるエッジ強度最大位置pciと当該エッジ強度最大位置pciでのエッジ強度値hiとを求め、エッジ強度最大値hiに等しい高さ、エッジ強度最大位置pciを底辺の中心位置に有し、かつ算出したエッジ強度断面の面積に等しい矩形を算出した後、当該矩形の底辺における両端位置をエッジの境界位置 p_{0i} 及び p_{1i} として算出する。これによりエッジ強度にノイズがある場合でもエッジの境界位置 p_{0i} 及び p_{1i} を安定して抽出し得るようになされている。

【0033】かくして境界抽出部9は、対象物の内部側領域においてエッジに沿って得られる内側境界位置 p_{0i} の座標を表す境界座標リストP0と、対象物の外部側領域においてエッジに沿って得られる外側境界位置 p_{1i} の座標を表す境界座標リストP1を得ることができるようになされている。

【0034】ここでエッジにおける内側境界位置及び外側境界位置の検出原理について図5(A)～図5(E)を用いて説明する。図5(A)は画像中において対象物の輪郭が存在する領域を模式的に表したものであり、左側の領域を色B、右側の領域を色Fとする。また中心に輪郭領域が存在し、輪郭領域の画像勾配を濃淡の勾配で表す。ここで輪郭を横切る方向の経路Pにおける色の变化の測定結果を図5(B)に示し、輪郭領域において色Bから色Fへの色の变化を観察することができる。

【0035】図5(C)は図5(B)における勾配、すなわち1次微分を示す。勾配の大きさは輪郭領域の境界位置、すなわち内側境界位置aと外側境界位置bとの間で「0」でない値をもち、勾配の面積をsとする。図5(D)は以降の処理を分かりやすくするため面積sが「1」になるように規格化したことを表すものである。ここで勾配の大きさの最大値hを求め、この最大値hをもつ位置pcの周囲に高さhで面積「1」の矩形を求めることにより、輪郭領域における境界位置を算出し、この境界位置をそれぞれ内側境界位置p0及び外側境界位置p1とする。

【0036】ここで上述した境界位置の検出方法がノイズに対して強いことを図6及び図7を用いて説明する。図6(A)はノイズを含む輪郭領域の画像勾配の大きさの一例を示す。この場合、輪郭領域の左側に陰影などの効果によって緩やかな勾配が生じているものとする。この勾配は輪郭に起因する成分ではない。図6(B)及び図6(C)は画像勾配の大きさが小さくなる位置を直接探索し、その位置を輪郭の境界位置とする処理を用いた例を示す。画像勾配が小さくなる位置を検出するためにしきい値 T として小さいしきい値を用いる。このときしきい値 T をわずかにしきい値 T' にずらして設定すると、検出される位置 a 及び位置 b がそれぞれ位置 a' 及び位置 b' に変化する(右側の位置 b はほとんど影響を受けないものとする)。この方法で求めた境界位置 p_0 及び p_1 を図6に示す。この方法では、しきい値処理で検出した位置が直接境界位置となるので、設定するしきい値の大きさによって結果が大きく変化する。

【0037】一方、図7(A)～図7(C)は、上述した本発明の方法で輪郭領域の境界位置を検出するプロセスを示す。図6(A)と同様にノイズがある画像勾配が算出されたとする(図7(A))。本発明の方法ではまず勾配の面積を計算するために画像勾配の大きさが小さくなる位置を測定する必要がある。この手順(図7(B))を図6(B)と同じにすると、上述の場合と同様に、勾配の面積を計算する領域の大きさは設定するしきい値の大きさによって大きく変化する。しかしながら輪郭における勾配の大きさは十分に大きいため、算出した勾配の面積全体に対するノイズ領域の面積の割合は小さい。

【0038】勾配の面積と同じ面積の矩形を算出する過程を図7(C)に示す。ノイズ領域の面積の影響が小さいので、異なるしきい値から得られる矩形の高さ h と h' の違いを小さく抑えることができる。従つて図7(D)に示すように、その矩形から得られる輪郭領域の境界位置はほとんど変わらないように得ることができる。

【0039】ここで実際の画像においては、輪郭に起因する画像勾配成分だけでなく、物体内部のテクスチャや陰影などに起因する成分が存在するので、上述したノイズの影響は無視できない。従つて上述した本発明の方法によればノイズの影響を実用上十分に回避することができる。

【0040】境界座標抽出部21の構成を図8に示し、境界座標抽出部21における境界抽出処理の処理手順について図9に示すフローチャートを用いて説明する。境界座標抽出部21は、境界座標抽出手段として、ステップSP1より境界座標抽出処理を開始し、ステップSP2において輪郭曲線情報Cを経路算出部23で受けると共に、ステップSP3において、エッジ強度画像Gをそれぞれエッジ強度ピーク検出部24及びエッジ強度断面

積算部25で受ける。

【0041】続いてステップSP4において、境界座標抽出部21は、経路算出部23において、輪郭曲線情報Cに基づき、輪郭曲線C上の適当な位置 p_{oi} と当該位置 p_{oi} でのベクトル p_{di} との対をエッジの方向に複数個($\{p_{o0}, p_{d0}\}, \dots, \{p_{on-1}, p_{dn-1}\}$)算出し、これら位置 p_{oi} 及びベクトル p_{di} の対を経路情報としてエッジ強度ピーク検出部24及びエッジ強度断面積算部25に送出する。

10 【0042】次いでステップSP5において、境界座標抽出部21は、エッジ強度ピーク検出部24において、エッジ強度画像G及び経路情報(位置 p_{oi} 及びベクトル p_{di} の対)に基づき、位置 p_{oi} 及びベクトル p_{di} の対で決まる各経路P上において、エッジ強度最大値 h_i を検出すると共に、当該エッジ強度最大値 h_i の位置(以下、これをエッジ強度最大位置と呼ぶ) p_{ci} を算出し、これらエッジ強度最大値 h_i 及びエッジ強度最大位置 p_{ci} をそれぞれエッジ強度断面積算部25及び矩形算出部26に送出する。

20 【0043】続いてステップSP6において、境界座標抽出部21は、エッジ強度断面積算部25において、エッジ強度画像G、位置 p_{oi} 及びベクトル p_{di} の対、エッジ強度最大値 h_i 及びエッジ強度最大位置 p_{ci} に基づき、位置 p_{oi} 及びベクトル p_{di} の対で決まる各経路P上において、エッジ強度を積分した値 s_i を算出し、当該積分値 s_i をエッジ強度の断面積として矩形算出部26に送出する。

30 【0044】次いでステップSP7において、境界座標抽出部21は、矩形算出部26において、エッジ強度最大値 h_i 、エッジ強度最大位置 p_{ci} 及び積分値 s_i に基づき、各経路P上においてエッジ強度最大位置 p_{ci} を基準位置として当該基準位置から各経路P上の両側に $(s_i/h_i) \cdot c$ だけ離れた位置を輪郭領域における境界位置、すなわち内側境界位置 p_{0i} 及び外側境界位置 p_{1i} として算出し(図4(B))、ステップSP8において内側境界位置 p_{0i} の座標を表す境界座標リストP0と、外側境界位置 p_{1i} の座標を表す境界座標リストP1を境界曲線近似部22に送出し、ステップSP9において境界座標抽出処理を終了する。ここで c は予め与えられた定数値であり、0.5前後の値が用いられる。

40 【0045】(2-1-1-1)経路算出部の構成
経路算出部23の構成を図10に示し、経路算出部23における経路算出処理について図11に示すフローチャートを用いて説明する。経路算出部23は、経路算出手段として、ステップSP1より経路算出処理を開始し、ステップSP2において、輪郭曲線情報Cを計算点抽出回路23Aで受ける。

50 【0046】続いてステップSP3において、経路算出部23は、計算点抽出手段としての計算点抽出回路23

Aにおいて、予め定めた適当な間隔 d_t で輪郭曲線情報Cによって表される曲線C上における始点から終点まで n 個の位置を計算点 p_{oi} (p_{o0} 、 p_{o1} 、……、 p_{on-1})として抽出してこれら計算点 p_{oi} でなる計算点座標リストP $_o$ を生成し、ステップSP4において、計算点座標リストP $_o$ をエッジ強度ピーク検出部24、エッジ強度断面積算出部25及び方向算出回路23Bに送出する。ここで曲線Cは、パラメータ t が t_s から t_e の範囲で定義されているものとする。また「WHILE A(B)」は、「Aが真である間は、処理Bを繰り返す」ということを意味する。

【0047】続いてステップSP5において、経路算出部23は、方向算出手段としての方向算出回路23Bにおいて、各計算点 p_{oi} において、曲線Cの接線ベクトル t_g を算出した後、当該各接線ベクトル t_g と直角をなす単位ベクトル p_{di} を法線方向として算出してこれら単位ベクトル p_{di} でなる方向ベクトルリストP $_d$ を生成し、ステップSP6において、方向ベクトルリストP $_d$ をエッジ強度ピーク検出部24及びエッジ強度断面積算出部25に送出し、ステップSP7において経路算出処理を終了する。

【0048】(2-1-1-2)エッジ強度ピーク検出部及びエッジ強度断面積算出部の構成

エッジ強度ピーク検出部24におけるエッジ強度ピーク検出処理及びエッジ強度断面積算出部25におけるエッジ強度断面積算出処理について図12に示すフローチャートを用いて説明する。

【0049】エッジ強度ピーク検出部24及びエッジ強度断面積算出部25は、ステップSP1よりエッジ強度ピーク検出処理及びエッジ強度断面積算出処理を開始し、ステップSP2において、それぞれエッジ強度画像G、計算点座標リストP $_o$ 及び方向ベクトルリストP $_d$ を受ける。

【0050】続いてステップSP3において、エッジ強度ピーク検出部24は、エッジ強度ピーク検出手段として計算点座標リストP $_o$ 及び方向ベクトルリストP $_d$ のそれぞれ対応する計算点 p_{oi} 及び単位ベクトル p_{di} によって決まる各経路P上において、エッジ強度画像Gに基づきエッジ強度最大値 h_i 及びエッジ強度最大位置 p_{ci} を検出してエッジ強度最大値 h_i でなるエッジ強度最大値リストH及びエッジ強度最大位置 p_{ci} でなるエッジ強度最大位置リストP $_c$ を生成し、当該エッジ強度最大値リストH及びエッジ強度最大位置リストP $_c$ をエッジ強度断面積算出部25に送出する。ここでステップSP3において、 k は適当なスカラを表す。

【0051】次いでステップSP4において、エッジ強度断面積算出部25は、エッジ強度断面積算手段として計算点座標リストP $_o$ 及び方向ベクトルリストP $_d$ のそれぞれ対応する計算点 p_{oi} 及び単位ベクトル p_{di} によって決まる各経路P上において、エッジの一端から

エッジ強度最大位置 p_{ci} を通過してエッジの他端までの区間、すなわちエッジ強度最大位置 p_{ci} を基準位置として当該基準位置を中心に各経路上の両側にそれぞれ1点ずつ位置a及び位置bを境界位置として求めて当該位置a及び位置bを結ぶ線分abを積分区間とし、当該積分区間abにおけるエッジ強度値の総和を計算することによりエッジ強度の断面積 s_i を算出し、断面積 s_i でなる断面積リストSを生成する。これにより最初に与えられた輪郭を横切る経路があいまいな場合でも、輪郭を正しく横切るようにエッジ強度の断面積を算出し得るようになされている。

【0052】ここで位置a及び位置bを求める処理は、エッジ強度最大位置 p_{ci} を基準位置として、エッジ強度が予めエッジ強度最大値 h_i のスカラ k 倍で設定したしきい値より最初に小さくなる位置を、基準位置を中心に経路Pに沿って両方向に順次探索することにより行われる。図12のステップSP4において、 d は経路P上のエッジ強度をサンプルするために予め定めたスカラである。

【0053】次いでステップSP5において、エッジ強度ピーク検出部24は、エッジ強度最大位置リストP $_c$ 及びエッジ強度最大値リストHを矩形算出部26に送出し、エッジ強度断面積算出部25は、断面積リストSを矩形算出部26に送出し、ステップSP6においてエッジ強度ピーク検出処理及びエッジ強度断面積算出処理を終了する。

【0054】實際上、図13に示すように、エッジ強度断面積算出部25は、積分区間算出回路25A及び積分回路25Bによって構成されている。積分区間算出回路25Aは、エッジ強度最大位置 p_{ci} を基準位置として、エッジ強度がエッジ強度最大値 h_i のスカラ h 倍で設定したしきい値より最初に小さくなる経路上の2点を、基準位置を中心に両方向に経路端点a及びbとして算出し、端点a及びbを結ぶ線分abを積分区間abとして算出し、各経路P上において算出した積分区間abでなる積分区間リストABを積分回路25Bに送出する。積分回路25Bは、積分区間リストABを基に、各積分区間abにおけるエッジ強度値を積分することにより、エッジ強度の断面積 s_i を算出し、断面積 s_i でなる断面積リストSを生成して矩形算出部26に送出する。

【0055】ここで上述のように、エッジ強度ピーク検出部24及びエッジ強度断面積算出部25は、エッジを横切る経路P上の点におけるエッジ強度値を算出する必要がある。この場合、経路P上の位置は必ずしも画素格子上にあるとは限らないので、この実施例においては、エッジ強度ピーク検出部24及びエッジ強度断面積算出部25は、サブピクセル精度の計算を実現するものとして画像補間手段(図示せず)を有する。この画像補間手段は、画素格子上にない位置におけるエッジ強度値を得

10

20

30

40

50

るために、画像と実数座標とを入力とし、実数座標上の画像値を出力するようになされている。

【0056】画像補間手段における画像補間処理について図14に示すフローチャートを用いて説明する。画像補間手段は、ステップSP1より画像補間処理を開始し、ステップSP2及びステップSP3において、それぞれ画像 $I_i(x, y)$ 及び実数座標 (x_f, y_f) を受けた後、ステップSP4において、補間フィルタの重み関数 $f(u, v) = f_s(u) * f_s(v)$

$$f_s(t) = 1 - 2|t| + |t|^2 \quad \text{if } 0 \leq |t| < 1$$

$$4 - 8|t| + 5|t|^2 - |t|^3 \quad \text{if } 1 \leq |t| < 2$$

$$0 \quad \text{if } 2 \leq |t|$$

----- (2)

で表される関数を用いることができる。ここで $x * y$ は x の y 乗を表す。

【0058】次いで画像補間手段は、ステップSP5において、画像 I_i と重み関数の畳み込みを計算することにより、関数 $I_c(x, y)$ を作成した後、ステップSP6において、当該関数 I_c を実数座標上の画像値として出力し、ステップSP7において画像補間処理を終了する。かくしてエッジ強度ピーク検出部24及びエッジ強度断面積算出部25は、それぞれエッジ強度最大値 h_i 及びエッジ強度断面積 s_i を精度良く算出し得るようになされている。

【0059】(2-1-2)境界曲線生成部の構成
境界曲線生成部22の構成を図15に示す。境界曲線生成部22は、境界曲線生成手段として、境界座標抽出部21から供給される境界座標リストP0及びP1を、それぞれ入力座標分割回路22A、連結条件算出回路22B及び曲線近似回路22Cで受ける。入力座標分割回路22Aは、それぞれ境界座標リストP0及びP1によって表される各形状をそれぞれ分割する分割点 $\{e_{00}, e_{01}, \dots, e_{0n-1}\}, \{e_{10}, e_{11}, \dots, e_{1n-1}\}$ の座標リスト(以下、これを分割点座標リストと呼ぶ)E0及びE1を生成し、これを連結条件算出回路22B及び曲線近似回路22Cに送出する。

【0060】すなわち入力座標分割回路22Aは、それぞれ境界座標リストP0及びP1における境界位置 p_{0i} 及び p_{1i} の離散的な並びから、求める形状の次数を局所的に推定する。この場合、境界座標リストP0及びP1は分割された各セグメントにおける形状の次数が大きくならないように分割する。例えば各分割点を曲率の大きさに基づいて決定することにより、座標データ数に依存せずに各セグメントにおける次数を決定することが

* 関数を定義する。

【0057】ここで補間フィルタの重み関数としては、「画像理解のためのデジタル画像処理(I)」(鳥脇純一郎、昭晃堂)、「画像解析ハンドブック」(高木幹雄、下田陽久、東京大学出版会、1991)に記載されている方法を利用する。例えば次式

【数2】

※できるので、各セグメントにおける次数が大きくなることを防止し得るようになされている。

【0061】連結条件算出回路22Bは、境界座標リストP0及びP1と分割点座標リストE0及びE1とに基づいて、それぞれ各分割点における連結条件、すなわちG1連続性を満たす連結条件を算出し、連結条件リストRV0及びRV1として曲線近似回路22Cに送出する。すなわち連結条件算出回路22Bは、分割点座標リストP0における各分割点の連結位置を一致させるための連結位置の座標 r_{0i} と、連結位置 r_{0i} における速度方向を一致させるための速度ベクトル v_{0i} との対(すなわち接線)を連結条件リストRV0として算出すると共に、分割点座標リストP1における各分割点の連結位置を一致させるための連結位置の座標 r_{1i} と、連結位置 r_{1i} における速度方向を一致させるための速度ベクトル v_{1i} との対(すなわち接線)を連結条件リストRV1として算出する。この場合、連結位置の座標と分割点の座標とは必ずしも一致しない。

【0062】曲線近似回路22Cは、隣接する分割点で区切られる各セグメントを、これら分割点における連結条件を満たすように最小2乗法を用いて曲線近似することにより、隣接する分割点間における近似曲線 c_{0i} 及び c_{1i} を曲線セグメント c_{0i} 及び c_{1i} として算出し、当該曲線セグメント c_{0i} でなる近似曲線群及び曲線セグメント c_{1i} でなる近似曲線群をそれぞれ境界曲線C0及びC1としてソフトキー生成部3に送出する。これによりエッジ強度にノイズが含まれている場合でも、境界曲線C0及びC1を精度良く生成することができるようになされている。

【0063】境界曲線生成部22における境界曲線生成処理について図16に示すフローチャートを用いて説明する。ここでは境界座標リストP0から境界曲線C0を

21

生成する場合について説明する。

【0064】境界曲線生成部22は、ステップSP1より境界曲線生成処理を開始し、ステップSP2において、境界座標抽出部21から境界座標リストP0を受け、ステップSP3において、境界座標リストP0に基づいて分割点(e_{00} 、 e_{01} 、……、 e_{0n-1})でなる分割点座標リストE0を作成する。続いて境界曲線生成部22は、ステップSP4において、境界座標リストP0及び分割点座標リストE0に基づいて、各分割点 e_{0i} 近傍における形状に近似した近似曲線を算出し、当該近似曲線における分割点 e_{0i} 近傍での連結位置 r_{0i} 及び速度ベクトル v_{0i} (接線)を、各セグメントを曲線近似するための連結条件RV0として算出する。

【0065】次いで境界曲線生成部22は、ステップSP5において、隣接する分割点 e_{0i} 及び e_{0i+1} で区切られる各セグメントを、これら分割点 e_{0i} 及び e_{0i+1} における連結条件 r_{0i} 、 v_{0i} 、 r_{0i+1} 及び v_{0i+1} を満たすように最小2乗法を用いて曲線近似することにより得られる近似曲線を曲線セグメント c_{0i} として算出し、ステップSP6において、これら曲線セグメント c_{00} 、 c_{01} 、……、 c_{0n-1} を境界曲線C0として出力し、ステップSP7において境界曲線生成処理を終了する。

【0066】以上の処理を境界座標リストP1に対して行うことにより、境界座標リストP1より境界曲線C1を算出し、境界曲線生成部22は、各境界曲線C0及びC1をソフトキー生成部3に送出する。

【0067】(2-2)ソフトキー生成部の構成 *

$$r_i(s) = s * f_{1i} + (1-s) * f_{0i}, \quad 0 \leq s \leq 1 \quad \cdots (3)$$

のようにパラメータsで表現できる。

【0070】(2-3)実施例の動作及び効果

以上の構成において、このキー信号生成装置1は、エッジ強度画像Gに基づいて、輪郭領域のエッジに沿ってエッジの内側及び外側における境界位置をそれぞれ複数抽出し、エッジの内側及び外側毎に各境界位置の座標を表す境界座標リストP0及びP1を作成し、境界座標リストP0によつて表される形状を近似する境界曲線C0を生成すると共に、境界座標リストP1によつて表される形状を近似する境界曲線C1を生成する。

【0071】続いてキー信号生成装置1は、境界曲線C0及びC1に基づいて、対応する曲線セグメント c_{0i} 及び c_{1i} 毎に曲面を生成するための曲面制御情報 f_{0i} 及び f_{1i} を算出した後、対応する曲線セグメント c_{0i} 及び c_{1i} 毎に、それぞれ対応する曲面制御情報 f_{0i} 及び f_{1i} を用いて曲面 r_i を生成し、これら曲面

22

*ソフトキー生成部3の構成を図17に示し、ソフトキー生成部3におけるソフトキー生成処理について図18に示すフローチャートを用いて説明する。ソフトキー生成部3は、ステップSP1よりソフトキー生成処理を開始し、ステップSP2において、境界曲線C0及びC1を曲面制御情報算出回路3Aで受ける。

【0068】次いでステップSP3において、ソフトキー生成部3は、曲面制御情報算出手段としての曲面制御情報算出回路3Aにおいて、対応する近似曲線 c_{0i} 及び c_{1i} 毎に曲面を生成するための曲面制御情報 f_{0i} 及び f_{1i} を算出し、当該曲面制御情報 f_{0i} 及び f_{1i} を曲面生成回路3Bに送出する。ここで曲面制御情報 f_{0i} 及び f_{1i} は(x 、 y 、 z)空間上の曲線である。

(x 、 y)平面は画像に平行であり、 z 軸は画像に垂直である。 i 番目の曲面制御情報 f_{0i} は $z=0$ の平面上に曲線セグメント c_{0i} を描いたものである。また曲面制御情報 f_{1i} は $z=1$ の平面上に曲線セグメント c_{1i} を描いたものである。

【0069】次いでステップSP4において、ソフトキー生成部3は、曲面生成手段としての曲面生成回路3Bにおいて、対応する各曲線セグメント c_{0i} 及び c_{1i} 毎に、それぞれ対応する曲面制御情報 f_{0i} 及び f_{1i} を用いて(x 、 y)空間上の曲面 r_i を生成し、曲面 r_0 、 r_1 、……、 r_{k-1} でなる曲面群Rをソフトキー情報Kとして出力する。ここで i 番目の曲線セグメントにおける曲面 r_i は次式

【数3】

※ r_i でなる曲面群Rをソフトキー情報Kとして出力する。

【0072】従つてこのキー信号生成装置1は、対象物の輪郭を、画像勾配の大きさが「0」でない領域を囲む2本の境界曲線C0及びC1として抽出するので、境界曲線C0及びC1によつて囲まれる領域に α 値の勾配を作成することができる。これにより対象物の色が混合する輪郭領域の位置が必要な場合に特に有効な情報を与えることができる。またこのキー信号生成装置1は、輪郭領域を囲む2本の境界曲線C0及びC1間に、当該各境界曲線C0及びC1を縁とするような曲面を生成したので、対象物の色が混合する輪郭領域とソフトキー情報の位置とを一致させたキー情報を生成することができる。

【0073】以上の構成によれば、輪郭曲線C上の点 p_{0i} と当該位置 p_{0i} でのベクトル p_{di} との対をエッジの方向に複数個算出し、これら位置 p_{0i} 及びベクトル

ル p_{di} で決まる各経路 P 上においてエッジ強度最大値 h_i 及びエッジ強度最大位置 p_{ci} を算出すると共にエッジ強度を積分した値 s_i を算出し、各経路 P 上においてエッジ強度最大位置 p_{ci} を基準位置として当該基準位置から各経路 P 上の両側に $(s_i/h_i)*c$ だけ離れた位置を内側境界位置 p_{0i} 及び外側境界位置 p_{1i} として算出し、内側境界位置 p_{0i} の座標を表す境界座標リスト P_0 及び外側境界位置 p_{1i} の座標を表す境界座標リスト P_1 によってそれぞれ表される各形状をそれぞれ分割する分割点でなる座標リスト E_0 及び E_1 を生成すると共に各分割点における連結条件 RV_0 及び RV_1 を算出し、隣接する分割点で区切られる各セグメントを、これら分割点における連結条件を満たすように最小2乗法を用いて曲線近似することにより、隣接する分割点間における曲線セグメント c_{0i} 及び c_{1i} を算出した後、対応する曲線セグメント c_{0i} 及び c_{1i} 毎に曲面制御情報 f_{0i} 及び f_{1i} を作成し、対応する曲線セグメント c_{0i} 及び c_{1i} 毎に、それぞれ対応する曲面制御情報 f_{0i} 及び f_{1i} を用いて曲面 r_i を生成し、これら曲面 r_i でなる曲面群 R をソフトキー情報 K として出力したことにより、対象物の輪郭を、画像勾配の大きさが「0」でない領域を囲む2本の境界曲線 C_0 及び C_1 として抽出し得るので、境界曲線 C_0 及び C_1 によって囲まれる領域に α 値の勾配を作成することができると共に、輪郭領域を囲む2本の境界曲線 C_0 及び C_1 間に当該各境界曲線 C_0 及び C_1 を縁とするような曲面 R を生成したので、対象物の色が混合する輪郭領域とソフトキー情報の位置とを一致させたキー情報を生成することができる。かくしてキー情報を精度良く生成することのできる輪郭抽出部2、輪郭抽出方法、キー信号生成装置1及びキー信号生成方法を実現することができる。

【0074】また上述の構成によれば、グラディエントベクトルに基づいて輪郭座標リスト D を作成し、当該輪郭座標リスト D によって表される形状を近似することによって得た輪郭曲線情報 C に基づいて、計算点座標リスト P_0 及び方向ベクトルリスト P_d を算出したので、対象物の輪郭領域とソフトキーの位置とを一段と一致させたキー情報を生成することができる。

【0075】さらに上述の構成によれば、エッジを横切る経路 P 上における点のエッジ強度を算出する際、画像補間手段を用いてサブピクセル精度で経路 P 上における点のエッジ強度を算出したので、エッジ強度最大値 h_i 及びエッジ強度断面 s_i の精度を格段的に向上させることができる。

【0076】さらに上述の構成によれば、エッジを横切る方向においてエッジ強度最大値 h_i 及びエッジ強度断面 s_i を算出し、エッジ強度最大値 h_i 及びエッジ強度断面 s_i に基づいて内側境界位置 p_{0i} 及び外側境界位置 p_{1i} を算出したので、エッジ強度にノイズがある場合でも、対象物の輪郭領域を精度良く抽出すること

ができる。

【0077】さらに上述の構成によれば、計算点座標リスト P_0 及び方向ベクトルリスト P_d のそれぞれに対応する計算点 p_{oi} 及び単位ベクトル p_{di} によって決まる各経路 P 上において、エッジ強度最大位置 p_{ci} を基準位置として当該基準位置から各経路 P 上の両側にそれぞれ1点ずつ位置 a と位置 b とを経路端点として求めて当該端点 a 及び端点 b を結ぶ線分 ab を積分区間とし、当該積分区間 ab におけるエッジ強度値の総和を計算することによりエッジ強度の断面 s_i を算出したので、最初に与えられた輪郭を横切る経路があいまいでも実際の輪郭を正しく横切るように断面を算出することができ、これにより対象物の輪郭領域を精度よく抽出することができる。

【0078】さらに上述の構成によれば、境界座標リスト P_0 、 P_1 及び分割点座標リスト E_0 、 E_1 に基づいて、各分割点近傍における形状に近似した近似曲線を算出し、当該近似曲線における分割点近傍での接線 r_{0i} 、 v_{0i} 及び接線 r_{1i} 、 v_{1i} を各セグメントを曲線近似するための連結条件 RV_0 及び RV_1 として算出し、隣接する分割点で区切られる各セグメントを、これら分割点における連結条件を満たすように最小2乗法を用いて曲線近似してそれぞれ曲線セグメント c_{0i} 及び c_{1i} を算出したので、エッジ強度にノイズが含まれている場合でも境界曲線 C_0 及び C_1 を精度良く生成することができる。また境界曲線 C_0 及び C_1 を滑らかに連結することができるので、ソフトキー生成部3における曲面制御処理を容易に行うことができる。

【0079】さらに上述の構成によれば、境界曲線 C_0 及び C_1 の一方を $z=1$ の平面上に位置させ、他方を $z=0$ の平面上に位置させて境界曲線 C_0 及び C_1 を縁とする曲面を生成するようにしたので、曲面制御処理を容易に行うことができると共に、 z 値が「0」から「1」まで変化する曲面を輪郭領域において決定することができる。この z 値をキー情報 α とみなして画像に書き込むことによってソフトキー画像を得ることができる。

【0080】さらに上述の構成によれば、現画像 i と、既に輪郭曲線情報 C として輪郭曲線 C が得られている1フレーム前の画像 $i-1$ と、当該画像 $i-1$ の輪郭曲線情報 C とに基づいて現画像 i についての推定輪郭情報 S_2 を得るようにしたので、オペレータが入力手段4を用いて対象物の輪郭のおおまかな形状を表す折れ線情報、曲線情報又は線図形2値画像情報をその都度入力する場合に比して、作業効率を大幅に向上させることができ、特に動画像に対して有効である。

【0081】(3)他の実施例

なお上述の実施例においては、経路算出手段として経路算出部23を用いて、曲線生成部10から供給される輪郭曲線 C に基づいて計算点座標リスト P_0 及び方向ベクトルリスト P_d を算出した場合について述べたが、本発

明はこれに限らず、図10との対応部分に同一符号を付した図19に示すような経路算出部30を用いてもよい。この経路算出部30における経路算出処理について図20に示すフローチャートを用いて説明する。

【0082】経路算出部30は、ステップSP1より経路算出処理を開始し、ステップSP2において、グラディエントベクトル算出部7から供給されるエッジ強度画像Gを細線化手段としての細線化回路30Aで受けた後、ステップSP3において、エッジ強度を指標としてエッジ強度画像Gを細線化回路30Aで細線化処理することにより輪郭の位置を表す線図形2値画像B(x, y)を算出し、当該線図形2値画像Bを座標変換手段としての座標リスト変換回路30Bに送出する。ここで細線化処理としては、例えば上述の「画像合成のための対象物抽出法」に記載されている方法を用いることができる。

【0083】また細線化回路30Aによつてエッジ強度画像Gから線図形2値画像Bを生成したが、例えばCRTなどの表示手段の表示画面上に対象とする画像を表示し、入力手段4から画像中の対象物の軌跡を入力することにより、線図形2値画像を得るようにしてもよい。従つてこの場合には、入力手段4から入力された対象物の軌跡に応じた線図形2値画像は直接座標リスト変換回路30Bに入力される。

【0084】続いてステップSP4において、経路算出部30は、座標リスト変換回路30Bにおいて、線図形2値画像Bより座標リストLを算出し、当該座標リストLを計算点抽出回路23A及び方向算出回路23Bに送出する。この座標リストLは、m個のベクトル l_i ($i=0\sim m-1$)の配列でなる。すなわち座標リストLは、チェーンコーディング(Chain Coding)と呼ばれる方法を用いて、線図形2値画像Bのある点から線図形を辿る処理を行うことによつて画像からベクトルデータへの変換を行うことにより得ることができる。

【0085】次いでステップSP5において、経路算出部30は、計算点抽出回路23Aにおいて、予め定めた間隔dtで座標リストLの始点から終点までn個の位置を計算点 p_o として抽出し、ステップSP6において当該計算点 p_o でなる計算点リストP $_o$ を方向算出回路23B、エッジ強度ピーク検出部24及びエッジ強度断面積算部25に送出する。

【0086】続いてステップSP7において、経路算出部30は、方向算出回路23Bにおいて、各計算点 p_o における接線ベクトル t_g を座標リストLに基づいて算出し、ステップSP8において当該接線ベクトル t_g と直角をなす単位ベクトル(法線方向) p_{di} を算出し、当該単位ベクトル p_{di} でなる方向ベクトルリストP $_d$ をエッジ強度ピーク検出部24及びエッジ強度断面積算部25に送出し、ステップSP9において経路算出処理を終了する。

【0087】また上述の実施例においては、境界抽出部として境界抽出部9を用いた場合について述べたが、本発明はこれに限らず、図8、図10及び図15との対応部分に同一符号を付した図21に示すような境界抽出部40を用いてもよい。この場合、境界抽出部40は、境界座標抽出部41における経路算出部42の計算点抽出回路42Aにおいて作成された分割点座標リストEを境界曲線生成部43の連結条件算出部22Bで受けようになされている。

【0088】すなわち計算点抽出部42Aは、入力される輪郭曲線情報Cに応じた曲線C上の位置を計算点 p_o として所定の間隔で抽出することにより作成した計算点リストP $_o$ 中の適当なサブセットを分割座標リストEとして作成し、これを連結条件算出部22Bに送出する。ここで連結条件算出部22Bには、境界座標リストP $_0$ 及びP $_1$ が入力されるので、分割座標リストEがそのサブセットであることは保証される。

【0089】従つてこの境界抽出部40は、境界抽出部9に比して入力座標分割部22Aの分だけ構成が簡易になり、これによりキー信号生成装置1の構成を簡略化することができる。また曲線近似部22Cから出力される境界曲線C $_0$ 及びC $_1$ をそれぞれ構成する曲線セグメント c_{0i} 及び c_{1i} の数は同数(すなわち図3のステップSP5において $k=1$)となるので、ソフトキー生成部3における処理を容易にすることができる。

【0090】さらに上述の実施例においては、曲線生成部10から供給される輪郭曲線情報Cに基づいて計算点座標リストP $_o$ 及び方向ベクトルリストP $_d$ を作成した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば推定輪郭情報S $_2$ や輪郭候補領域情報S $_3$ を用いてもよい。また対象物の輪郭についてのおおまかな形状を表す折れ線情報又は曲線情報を入力手段4から入力し、この折れ線情報又は曲線情報を用いて計算点座標リストP $_o$ 及び方向ベクトルリストP $_d$ を作成するようにしてもよい。これにより、抽出したい対象物の輪郭を指定することができるので、輪郭抽出を精度良く行うことができる。従つてキー信号生成装置1として、輪郭経路探索部8及び曲線生成部9をもたないキー信号生成装置1に本発明を適用し得る。

【0091】ここで入力手段4から折れ線情報又は曲線情報をそれぞれ計算点抽出回路23A及び入力座標分割回路22Aに直接入力させるようにしてもよい。この場合、折れ線情報に応じた折れ線の対応する線分、又は曲線情報に応じた曲線の対応するセグメントに基づいて得た境界座標リストP $_0$ 及びP $_1$ における対応する境界位置 p_{0i} 及び p_{1i} を1つのセグメントと見なして、これら境界位置 p_{0i} 及び p_{1i} を分割点とすることにより、境界座標リストP $_0$ 及びP $_1$ を分割する必要がなくなるので、境界曲線生成部22の構成を入力座標分割回路22Aの分だけ簡略化することができ、これによりキ

一信号生成装置1の構成を簡略化することができる。

【0092】さらに上述の実施例においては、エッジ強度画像Gを用いて対象物の輪郭を表す境界曲線C0及びC1を生成した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、グラディエントベクトル算出部7で算出したグラディエントベクトルに基づいて対象物の輪郭を表す境界曲線C0及びC1を生成してもよい。

【0093】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、対象物の輪郭についての輪郭領域を決定し、輪郭領域におけるグラディエントベクトルを算出し、輪郭領域におけるグラディエントベクトルに基づいて、輪郭領域のエッジに沿ってエッジの内側及び外側における境界位置をそれぞれ複数抽出し、当該各境界位置を表す境界座標情報をエッジの内側及び外側毎に生成し、各境界座標情報によつて表される各形状を近似する2本の境界曲線を対象物の輪郭として生成することにより、対象物の輪郭を、画像勾配の大きさが「0」でない領域を囲む2本の境界曲線として抽出することができるので、境界曲線によつて囲まれる領域に α 値の勾配を作成することができる。かくしてキー情報を精度良く生成することのできる輪郭抽出装置及び輪郭抽出方法を実現することができる。

【0094】また本発明によれば、画像中における対象物の輪郭について、当該輪郭における内側及び外側における境界位置を表す2本の境界曲線を生成し、各境界曲線間に形成する曲面の形状を決定する曲面制御情報を算出し、曲面制御情報に基づいて各境界曲線によつて挟まれた領域上に曲面を生成し、当該曲面をキー情報として出力することにより、輪郭領域を囲む2本の境界曲線間に当該境界曲線間を縁とするような曲面を生成することができるので、対象物の色が混合する輪郭領域とソフトキー情報の位置とを一致させたキー情報を生成することができる。かくしてキー情報を精度良く生成することのできるキー信号生成装置及びキー信号生成方法を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用したキー信号生成装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】境界抽出部の構成を示すブロック図である。

【図3】境界抽出部における境界抽出処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図4】境界座標抽出部における境界位置抽出処理の説明に供する略線図である。

【図5】境界位置の検出原理の説明に供する略線図及びグラフである。

【図6】エッジ強度のノイズに対する強さの説明に供するグラフ及び略線図である。

【図7】エッジ強度のノイズに対する強さの説明に供するグラフ及び略線図である。

【図8】境界座標抽出部の構成を示すブロック図である。

【図9】境界座標抽出部における境界座標抽出処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図10】経路算出部の構成を示すブロック図である。

【図11】経路算出部における経路算出処理の処理手順を示すフローチャートである。

10 【図12】エッジ強度ピーク検出処理及びエッジ強度断面面積算出処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図13】エッジ強度断面面積算出部の構成を示すブロック図である。

【図14】画像補間手段における画像補間処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図15】境界曲線生成部の構成を示すブロック図である。

【図16】境界曲線生成部における境界曲線生成処理の処理手順を示すフローチャートである。

20 【図17】ソフトキー生成部の構成を示すブロック図である。

【図18】ソフトキー生成部におけるソフトキー生成処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図19】他の実施例による経路算出部の構成を示すブロック図である。

【図20】他の実施例による経路算出部における経路算出処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図21】他の実施例による境界抽出部の構成を示すブロック図である。

30 【符号の説明】

1……キー信号生成装置、2……輪郭抽出部、3……ソフトキー生成部、3A……曲面制御情報算出回路、3B……曲面生成回路、4……入力手段、5……推定輪郭算出部、6……輪郭候補領域決定部、7……グラディエントベクトル算出部、8……輪郭経路探索部、9、40……境界抽出部、10……曲線生成部、11……動きベクトル推定部、12……遅延回路、21、41……境界座標抽出部、22……境界曲線生成部、22A……入力座標分割回路、22B……連結条件算出回路、22C……曲線近似回路、23、30、42……経路算出部、23A、42A……計算点抽出回路、23B……方向算出回路、24……エッジ強度ピーク検出部、25……エッジ強度断面面積算出部、25A……積分区間算出回路、25B……積分回路、26……矩形算出部、26A……積分区間算出回路、26B……積分回路、30A……細線化回路、30B……座標リスト変換回路。

【図1】

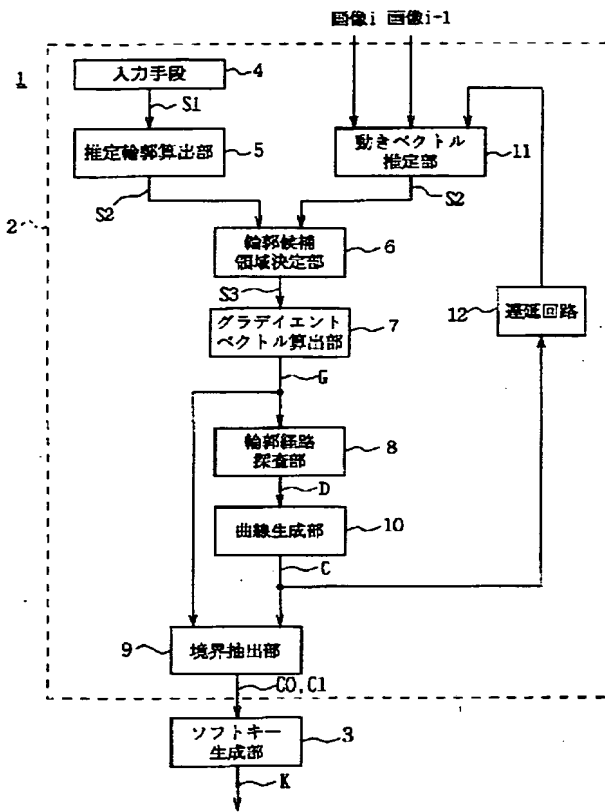


図1 キー信号生成装置

【図6】

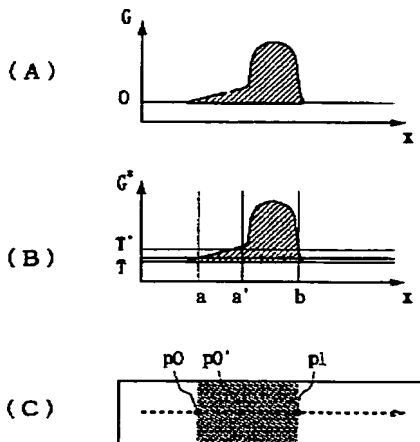


図6 エッジ強度のノイズに対する強さ(1)

【図2】

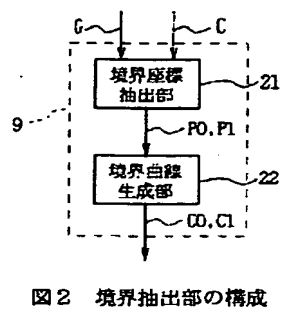


図2 境界抽出部の構成

【図8】

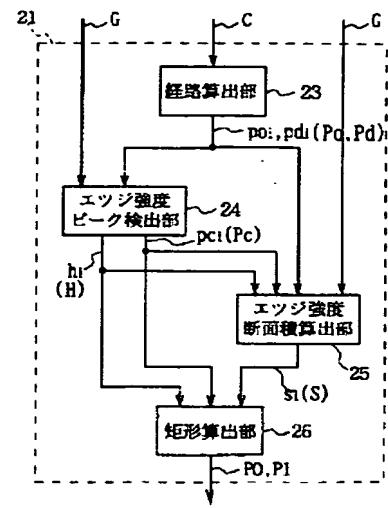


図8 境界座標抽出部の構成

【図3】

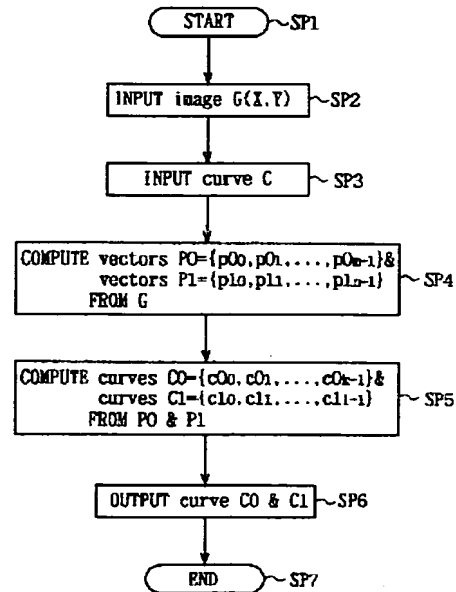


図3 境界抽出処理の処理手順

【図4】

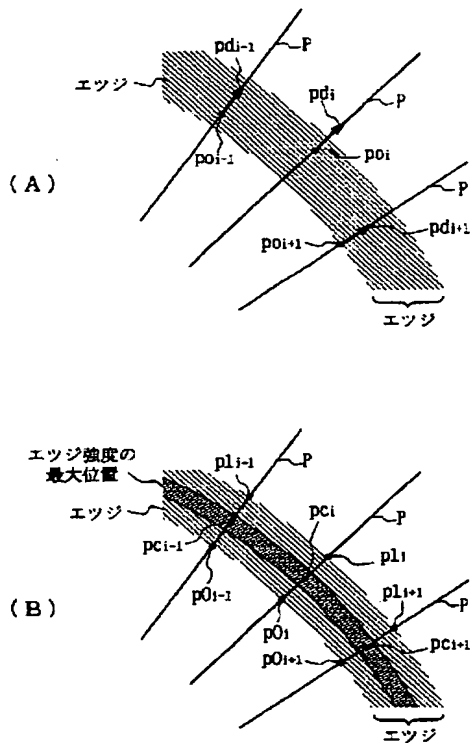


図4 境界位置の抽出

【図5】

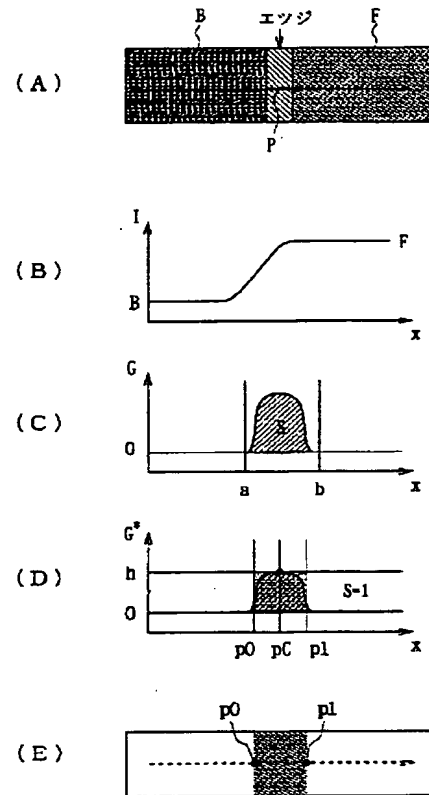


図5 境界位置の検出原理

【図10】

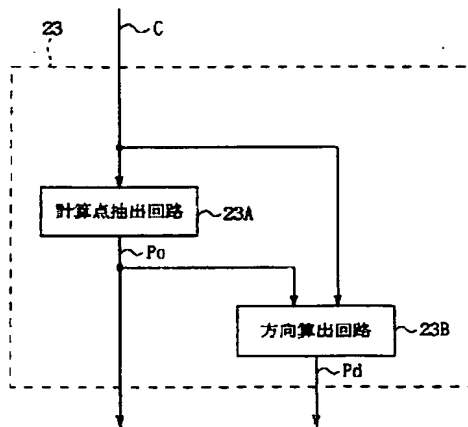


図10 経路算出部の構成

【図13】

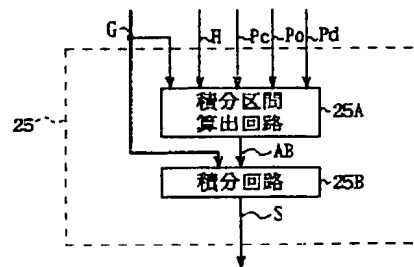


図13 エッジ強度断面積算出部の構成

【図7】

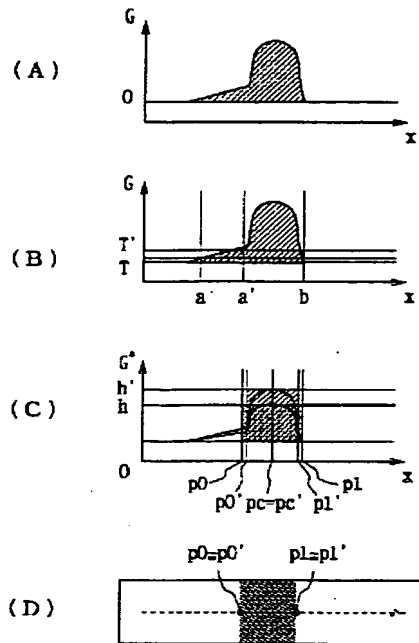


図7 エッジ強度のノイズに対する強さ(2)

【図9】

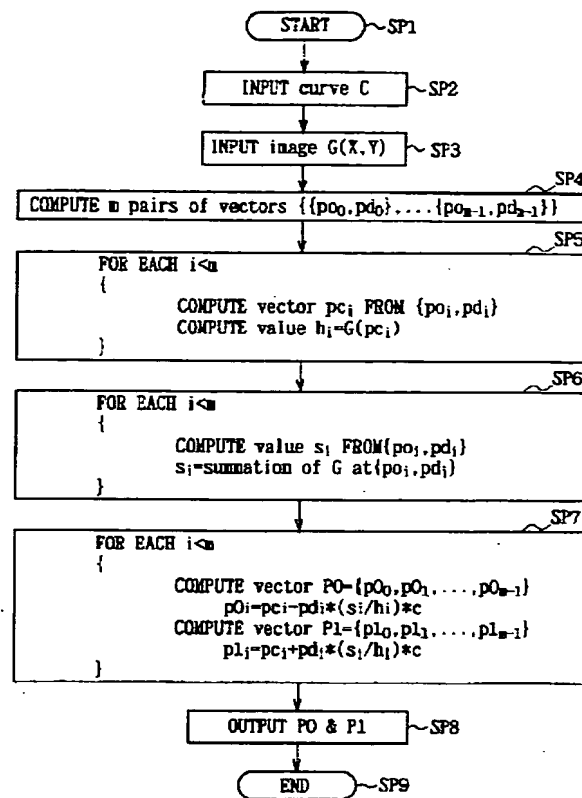


図9 境界座標抽出処理の処理手順

【図14】

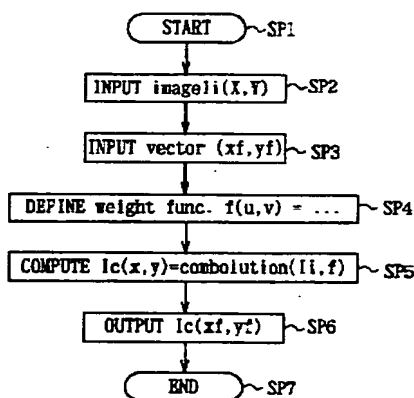


図14 画像補間処理の処理手順

【図17】

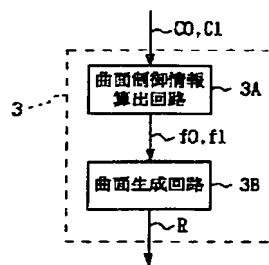


図17 ソフトキー生成部の構成

【図15】

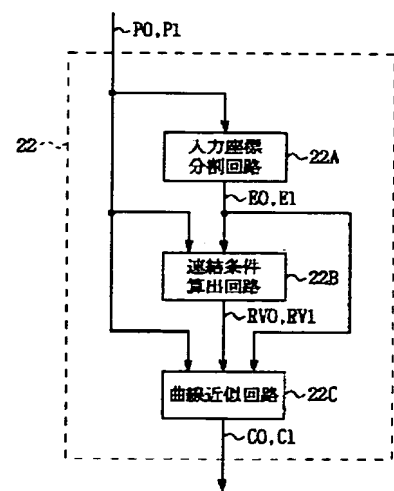


図15 境界曲線生成部の構成

【図11】

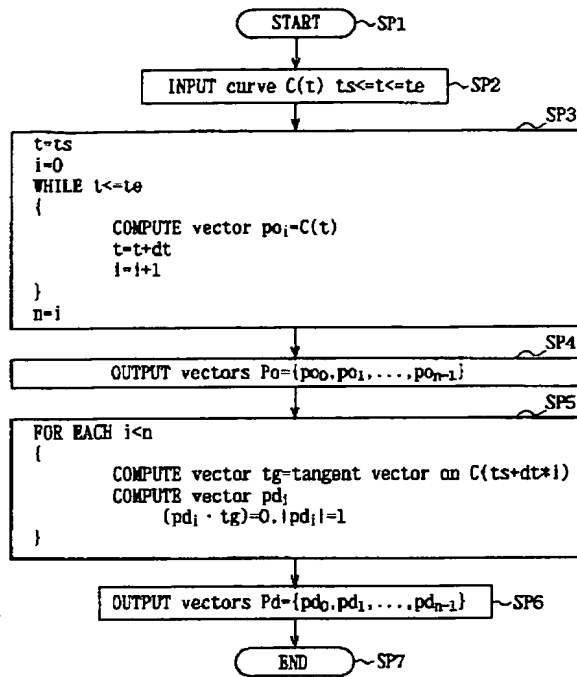


図11 経路算出処理の処理手順

【図12】

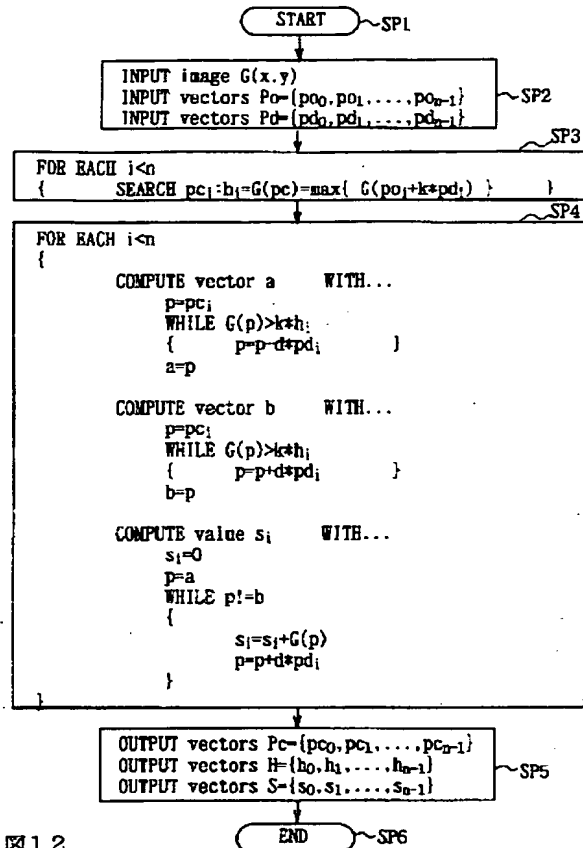


図12

エッジ強度ピーク検出処理及びエッジ強度断面積算処理

【図16】

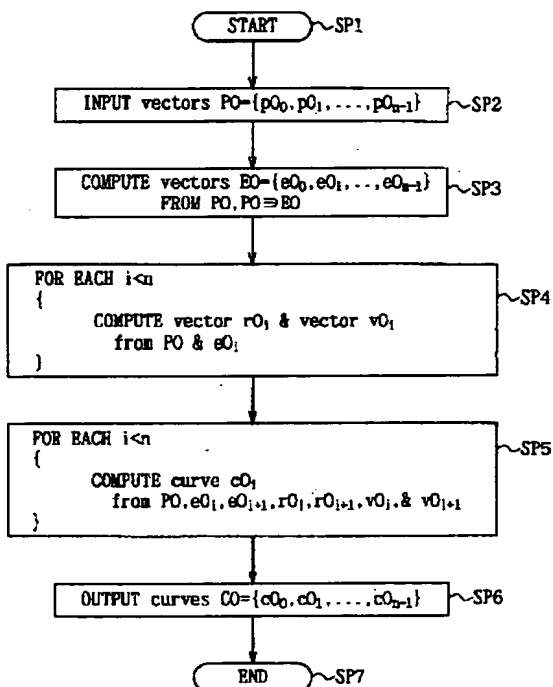


図16 境界曲線生成処理の処理手順

【図19】

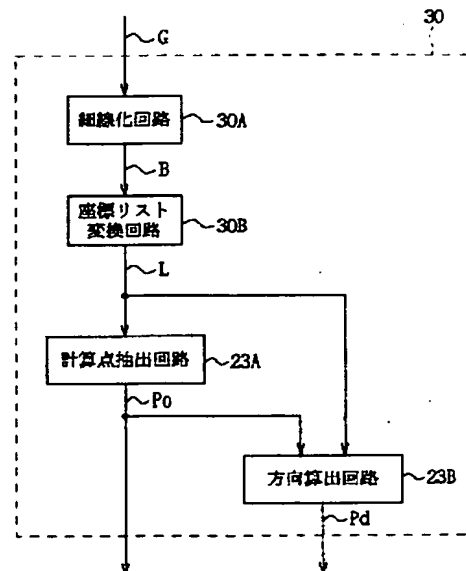


図19 他の実施例による経路算出部の構成

【図18】

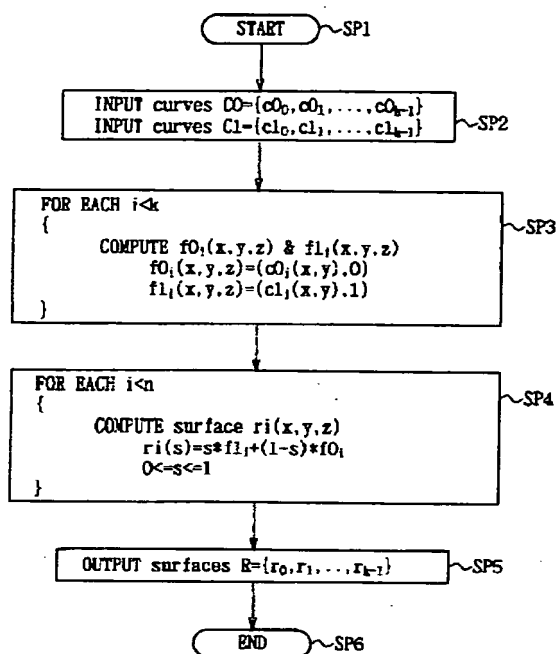


図18 ソフトキー生成処理の処理手順

【図20】

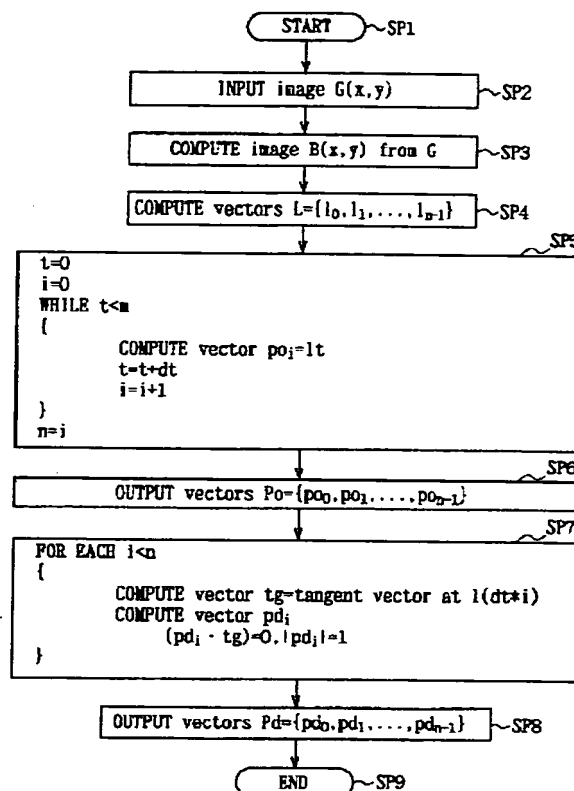


図20 他の実施例による経路算出部における経路算出処理

【図21】

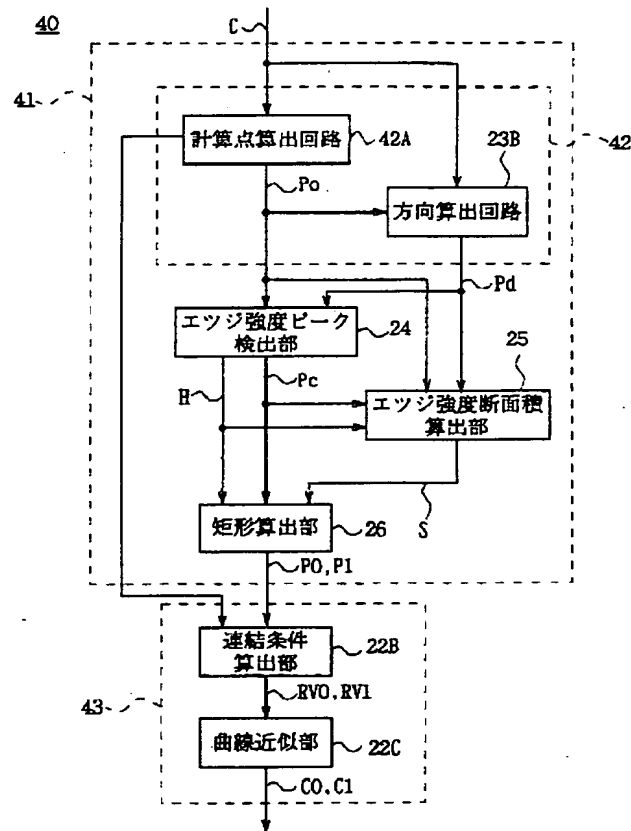


図21 他の実施例による境界抽出部の構成

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)